



УДК 612.66:577.346

М.В. Головач

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНИКОВ 9-10 ЛЕТ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНЕ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Проведен анализ литературных источников о влиянии загрязнения радионуклидами на адаптационные возможности кардиореспираторной системы детей 9–10 лет на различных этапах учебного года. Многочисленные данные отечественных и зарубежных физиологов, а также результаты наших исследований указывают, что основным индикатором адаптивных реакций организма человека и коррекции его адаптационных возможностей в условиях низкоинтенсивного радиоактивного облучения остается деятельность сердечно-сосудистой системы. Своевременное выявление отклонений адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы от физиологической нормы должно приводить к своевременным её коррекциям.

Введение

Одной из актуальных проблем современных наук (физиологии человека, физиологии спорта, теории и методики физического воспитания и других) является исследование закономерностей процессов адаптации человека к факторам внешней среды. В этом ряду существенное место принадлежит вопросам изучения адаптации учеников в течение учебного года. Проблема ухудшения здоровья и физического развития детей и подростков в последние годы стала достаточно актуальной [1; 2].

На протяжении всей истории развития представлений об управлении адаптационными возможностями человека в центре внимания остается деятельность сердечно-сосудистой системы, которая является основным индикатором адаптивных реакций организма [1–5]. Так изменение параметров сократительной функции миокарда характеризует процесс адаптации к различным физическим нагрузкам у школьников [3; 6]. Адаптационный процесс регулируется нейрогуморальными механизмами, которые с возрастом претерпевают существенные изменения и окончательно формируются только в старшем школьном возрасте [2, 4, 5]. Интегральный характер адаптационных процессов предполагает необходимость учета всего комплекса факторов, способных оказывать влияние на приспособительные механизмы [4]. Среди факторов, влияющих на здоровье человека, наибольший удельный вес имеют: образ жизни (50–55%), состояние окружающей среды (20–25%), генетические факторы (15–20%) и медицинское обеспечение (10–15%) [8].

Одним из средств оптимизации функционального состояния и нейтрализации сдвигов, которые вызваны напряженностью учебного процесса, является коррекция занятий физической культурой [1; 5; 9].

Значение положительных эффектов адаптации к физическим нагрузкам состоит в том, что они повышают резистентность организма не только к мышечной деятельности, но и к действию других факторов окружающей среды [1; 2]. Особенно важно использовать средства и методы физического воспитания для нормализации функционального состояния детей на начальных этапах систематического обучения в школе [1].

В процессе обучения учителя на уроках физической культуры и здоровья зачастую используют субъективную оценку функционального состояния ребенка, которая



является определяющей в оценке готовности ученика выполнять физические упражнения. Для правильной организации и коррекции урока по физической культуре и здоровью необходимо организовать мониторинг показателей, характеризующих деятельность и состояние анатомо-физиологических систем учеников. Эта система мер должна охватывать все компоненты учебного процесса, включая состояние здоровья, уровни функциональной, физической и координационной подготовленности учеников, а также учитывать экологическое состояние окружающей среды.

После аварии на Чернобыльской АЭС около 70% радиоизотопов выпало на территории Беларуси, создав ряд долгосрочных проблем. Выделившиеся радионуклиды оказывают воздействие на все группы населения, приводя к внешнему и внутреннему облучению [8; 10; 11]. Наибольший вклад вносит гамма-излучение цезия-137 (80% общей радиоактивности) [12]. В настоящее время научных данных о воздействии малых доз радиации на адаптационные возможности кардиореспираторной системы человека недостаточно [8; 13–16].

Оценку адаптационных резервов системы кровообращения детей разного возраста и разной физической подготовки можно определять с помощью функциональных проб [2], и наиболее интегративным показателем для ее оценки, учитывающим множество факторов (ЧСС, АД, возраст, массу тела и рост), является адаптационный потенциал [17]. Отклонения, возникающие в регулирующих системах, предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим изменениям и являются наиболее ранним признаком неблагоприятного течения адаптации у детей [18].

Оценка функционального состояния и физической подготовленности учеников позволит правильно дозировать физические нагрузки применительно к функциональным и адаптационным возможностям организма учеников и тем самым оптимизировать их уровень работоспособности в условиях радионуклидного загрязнения местности.

Учитывая эти факты, можно предположить, что малые дозы радиации оказывают влияние на повышение или понижение адаптационных возможностей младших школьников. Решение данных вопросов позволит оценить состояние функциональных резервов организма детей для последующей коррекции физических нагрузок.

Цель работы

Анализ литературных источников для установления влияния загрязнения радионуклидами на адаптационные возможности кардиореспираторной системы детей 9–10 лет на различных этапах учебного года.

Обсуждение

1. Характеристика района загрязнения. Авария на четвертом блоке Чернобыльской АЭС – крупнейшая ядерная техногенная катастрофа в мировой истории. По масштабам радиоактивного выброса и его последствий она намного превзошла наиболее серьезные из предыдущих аварий: в Уиндскейле (Великобритания, 1957 г.), Три Майл Айленде (США, 1979 г.), на промышленном комплексе «Маяк» (СССР, 1957 г.) [10; 11]. В той или иной мере последствия аварии затронули многие страны, следовательно, можно говорить об ее глобальном характере [10; 11]. В наибольшей степени пострадали Украина, Беларусь и Россия. В первые недели после катастрофы чрезвычайно высокие уровни радиации за счет короткоживущих изотопов, прежде всего ^{131}I , наблюдались по всей территории Беларуси. В последующий период радиоэкологическая обстановка определялась действием долгоживущих изотопов. В их числе ^{137}Cs , ^{90}Sr [10; 11]. Анализ радиоактивного загрязнения Европы ^{137}Cs показывает, что около 35% чернобыльских выпадений этого радионуклида находится на территории Беларуси.



Доаварийное загрязнение территории Беларуси ^{137}Cs за счет глобальных выпадений составляло от $1,5 \text{ кБк/м}^2$ до $3,7 \text{ кБк/м}^2$ в отдельных точках. После чернобыльской аварии на $136,5 \text{ тыс. км}^2$ (66% территории Беларуси) плотность загрязнения почвы цезием-137 превышала 10 кБк/м^2 . Согласно действующему законодательству, одним из критериев отнесения территорий к зоне радиоактивного загрязнения является превышение плотности загрязнения ^{137}Cs величины 37 кБк/м^2 [19]. Такое превышение было установлено для 23% территории Республики Беларусь [20]. В качестве сравнения: аналогичная доля для Украины составляет 7%, европейской части России – 1,5%. Одни эти цифры свидетельствуют о сложности и тяжести последствий чернобыльской аварии для Беларуси. В зоне радиоактивного загрязнения оказалось более 3600 населенных пунктов, в том числе 27 городов, где проживало 2,2 млн человек, то есть около пятой части всего населения Беларуси [10; 11; 19]. Наиболее загрязненными оказались населенные пункты Гомельской (1528), Могилевской (866) и Брестской (167) областей. Максимальный уровень загрязнения почвы ^{137}Cs составлял около $60\,000 \text{ кБк/м}^2$ и наблюдался в отдельных населенных пунктах, как ближней (Брагинский район Гомельской области), так и дальней зоны (Чериковский район Могилевской области). По состоянию на январь 2004 г. площадь загрязнения Беларуси ^{137}Cs с уровнем выше 37 кБк/м^2 составляла $41,11 \text{ тыс. км}^2$, или 19,75% территории. В результате естественного распада цезия-137 площадь радиоактивного загрязнения постепенно уменьшается [20–22]. Департаментом гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь построены прогнозные карты загрязнения ^{137}Cs на 2016 и 2046 гг. К 2016 г. площадь загрязнения Беларуси ^{137}Cs с плотностью 37 кБк/м^2 и более уменьшится в 1,5 раза по сравнению с первоначальной (1986), а к 2046 г. в 2,4 раза (рисунки 1) [10; 11].



Рисунки 1 – Карта плотности загрязнения ^{137}Cs в Республике Беларусь по состоянию на 2006 г. [10]



На сегодняшний день в Республике существует зона отчуждения – Полесский государственный радиационно-экологический заповедник. Зона отчуждения представляет собой территорию площадью 1,7 тыс. км², с которой в течение 1986 года было эвакуировано проживавшее здесь население (24,7 тыс. человек) [20]. С мая 1986 года земли зоны отчуждения были выведены из хозяйственного оборота. Зона отселения сосредоточена на территории в 4,5 тыс. км² в 15 районах Гомельской и Могилевской областей республики [10; 11; 19; 20]. На территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника сосредоточено около 33% выброшенного из аварийного реактора Чернобыльской АЭС ¹³⁷Cs, более 70% ⁹⁰Sr и 97 % изотопов плутония [20].

К сожалению, Лунинецкий район, наряду с другими районами Брестской области, радионуклидное бедствие не обошло стороной (рисунок 2). Из него в 1986 году в районе был эвакуирован один населенный пункт – деревня Добрая Воля, общей численностью 67 человек (по данным переписи населения 2009 года там проживает 21 человек) [20].

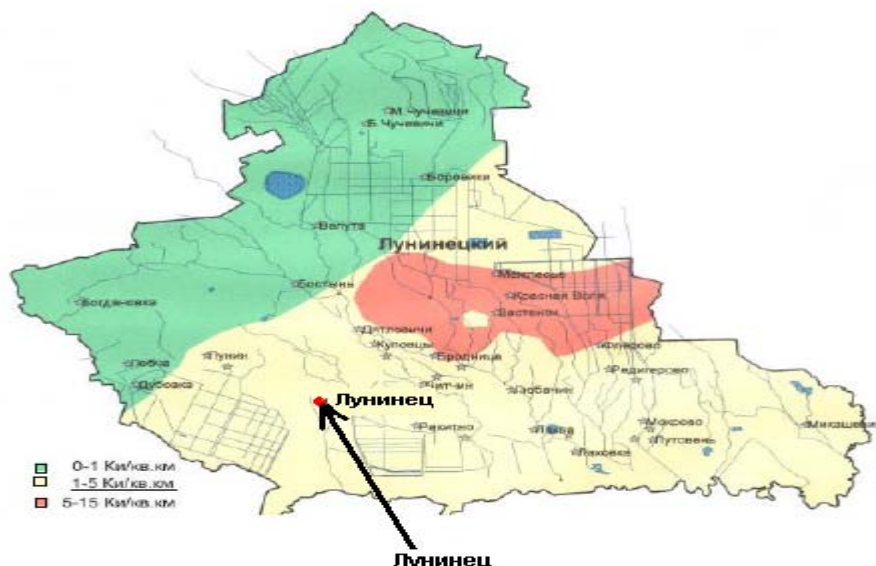


Рисунок 2 – Карта плотности загрязнения цезием-137 в Лунинецком районе по состоянию на 2004 г. [20]

Общая загрязненность земель района ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr – (выше 1 Ки/км²) составляет 84019 га (45119 га сельскохозяйственного назначения; 38900 га лесных угодий), а в городе Лунинце загрязнение цезием-137 находится в пределах 1–5 Ки/км². Выведено из сельскохозяйственного пользования района, в связи с загрязнением радионуклидами – 31 га [20].

2. Состояние сердечно-сосудистой системы младших школьников, проживающих на территории радионуклидного загрязнения.

Влияние занятий физическими упражнениями на сердечно-сосудистую систему младших школьников.

Младший школьный возраст (1 – 4 класс или от 6 – 7 до 12 лет (мальчики до 12 лет, девочки до 11 лет) [9; 23] характеризуется относительно равномерным развитием опорно-двигательного аппарата, но интенсивность роста отдельных размерных при-



знаков его различна, что в свою очередь отражается на состоянии ССС [6]. По мере роста опорно-двигательного аппарата происходит перестроение ССС. Артериальное давление непосредственно связано с размерами тела: у более крупных людей оно, как правило, выше. У детей при выполнении физической нагрузки кровоток в активных мышцах может быть более интенсивным, чем у взрослых, что объясняется более низким периферическим сопротивлением сосудов [6].

Для практики физического воспитания показатели функциональных возможностей детского организма являются ведущими критериями при выборе физических нагрузок, структуры двигательных действий, методов воздействия на организм [5].

В процессе роста и развития ребенка увеличивается масса сердца. У мальчиков 9–10 лет она составляет 111,1 г., что в 2 раза меньше, чем у взрослых (244,4 г.) [23–25]. Наряду с этим изменяется соотношение массы отделов сердца, перестраивается его гистологическая структура. Так, в наибольшей мере увеличение массы сердца происходит за счет левого желудочка [1]. Систематическая тренировка вызывает увеличение массы сердечной мышцы. У юных пловцов, лыжников, велосипедистов, бегунов на средние дистанции размеры сердца увеличиваются больше, чем у других спортсменов [23; 24; 26]. Поскольку у ребенка меньше размеры сердца и общий объем крови, то и сердечный выброс у него меньше как в состоянии покоя, так и при выполнении физической нагрузки [16]. Для детей характерен неустойчивый ритм сердечной деятельности [5; 23; 27; 28]. Он подвержен значительным колебаниям под влиянием внутренних и внешних раздражителей, например, под влиянием температуры окружающей среды (повышение температуры способствует увеличению ЧСС, понижение – уменьшению) [23].

Систолический объем крови и сердечный выброс с возрастом повышаются. В 7 лет систолический объем крови составляет 23 мл, в 13 – 16 лет – 50–60 мл. Прирост его определяет увеличение сердечного выброса. В покое в возрасте от 6 – 9 до 10 лет сердечный выброс равен 2,6 л/мин, в 10 – 12 лет – 3,2 л/мин, в 13 – 16 лет – 3,8 л/мин. Однако при расчете на 1 кг массы тела наблюдается иная картина: чем старше возраст, тем меньше величина сердечного выброса [6; 23]. Таким образом, для детей характерна более напряженная деятельность сердца. Физическая нагрузка оказывает существенное влияние на ЧСС [6; 23–25; 26; 29]. У юных спортсменов, тренирующихся в упражнениях на выносливость, в условиях относительного покоя, как и у взрослых, проявляется брадикардия, однако она выражена меньше [23]. Существенные возрастные различия ЧСС наблюдаются при мышечной деятельности. При одинаковой аэробной нагрузке ЧСС с возрастом уменьшается. Одна и та же работа осуществляется более экономно благодаря меньшей интенсификации сердечной деятельности (рисунок 3) [23; 24].

Таким образом, с возрастом потенциальные возможности сердца повышаются. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам у детей стоит «дуже», чем у взрослого. Например, в возрасте 9 – 11 лет при увеличении нагрузки на 1 кгм в 1 сек учащение сердцебиений составляет 8,2–9,4 уд/мин, в 12–13 лет – 6,4–9,5 уд/мин, а у взрослых – 3,6–5,3 уд/мин [23].

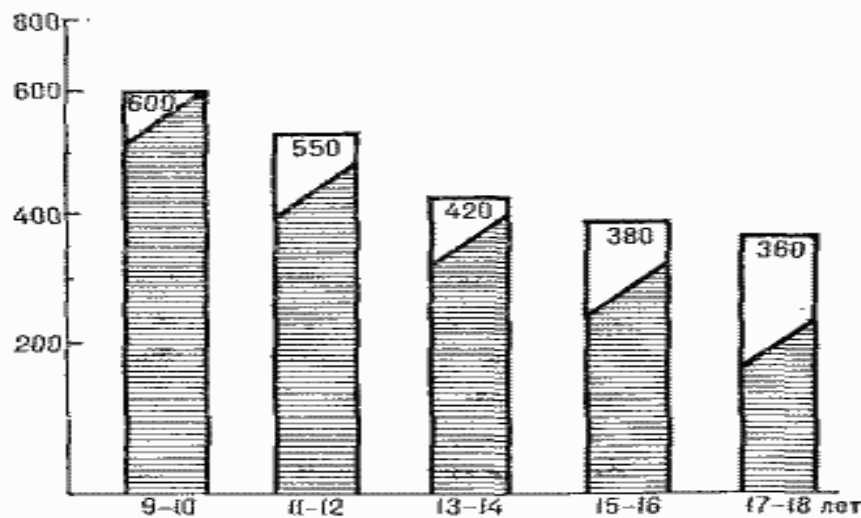


Рисунок 3 – Сумма сердечных сокращений сверх покоя (ордината) при одинаковой нагрузке у школьников разного возраста [5]

У детей при напряженных физических упражнениях максимальная ЧСС находится в обратной зависимости от возраста: чем младше ребенок, тем выше ЧСС [6; 23; 26]. Максимальный артериальный пульс у детей значительно выше, чем у взрослых, однако с возрастом он линейно снижается. Так, у детей до 10 лет максимальная ЧСС очень часто превышает 210 уд./мин, тогда как у 20-летнего человека в среднем составляет 195 уд./мин. Результаты исследований показывают, что максимальная ЧСС снижается на 0,5 уд./мин за год [6]. Систолический объем крови и сердечный выброс с возрастом повышаются. В 7 лет систолический объем крови составляет 23 мл, в 13 – 16 лет – 50 – 60 мл. Прирост его определяет увеличение сердечного выброса [23; 24]. В покое в возрасте от 6 – 9 до 10 лет сердечный выброс равен 2,6 л/мин, в 10 – 12 лет – 3,2 л/мин, в 13 – 16 лет – 3,8 л/мин [23]. Однако при расчете на 1 кг массы тела наблюдается иная картина: чем старше возраст, тем меньше величина сердечного выброса. Таким образом, для детей характерна более напряженная деятельность сердца [23]. В то же время при высокой относительной интенсивности работы, когда ребенку необходимо перемещать только собственную массу тела, этот пониженный сердечный выброс не ограничивает физические возможности ребенка. В беге, например, организму детей с массой тела 25 кг требуется (прямо пропорционально размерам тела) значительно меньше кислорода, чем взрослому человеку с массой тела 90 кг, при этом интенсивность потребления кислорода на килограмм массы тела у обоих практически одинакова [6].

Особенности кровообращения у детей, как в покое, так и при мышечной работе тесно связаны с обменом веществ. Более высокая интенсивность энергетического обмена, относительно большее потребление O_2 (на 1 кг массы тела) предъявляют к сердцу детей значительные требования [23; 25; 26]. Поэтому сердце у ребенка или подростка, как в условиях покоя, так и при мышечной деятельности работает несколько напряженнее, чем у взрослых.

Сосудистая система и артериальное давление. По мере развития детей увеличивается просвет кровеносных сосудов. В результате повышается объем циркулирующей крови и создаются условия для лучшего кровоснабжения тканей, работающих органов кислородом и удаления продуктов распада [23; 24; 26]. Наряду с расширением просвета



сосудов образуются новые кровеносные сосуды. Это особенно характерно для детей, активно занимающихся физической культурой и спортом. Формирование новых сосудов и их коллатералей в результате регулярной мышечной деятельности приводит к усилению периферического кровообращения [23].

У детей систолическое давление во время физических упражнений увеличивается значительно меньше, чем у взрослых [23–25].

Возрастные изменения ССС отражают особенности регуляции кровообращения растущего организма. В младшем школьном возрасте заметно преобладают симпатические влияния [5; 27; 28]. По мере развития организма это преобладание становится менее выраженным на фоне усиления влияния блуждающего нерва. В результате организуется такое взаимодействие симпатических и парасимпатических влияний, которое обеспечивает эффективную деятельность сердечно-сосудистой системы как в покое, так и при напряженных физических упражнениях [23; 24; 26].

Влияние накопления цезия-137 на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы детей.

Исследования Ю.И. Бандажевского и К.Я. Булановой показали, что ионизирующие излучения в малых дозах также можно отнести к факторам риска, входящим в общий комплекс вероятностных неблагоприятных воздействий на живой организм, поскольку радиационный синдром ускоренного старения является одним из наиболее выраженных последствий действия ионизирующей радиации на организм. Оказалось, что не лучевая болезнь, а повышение уровня общих соматических заболеваний явилось причиной роста смертности среди населения, подвергнутого воздействию ионизирующих излучений в малых дозах [13; 14].

Статистические данные свидетельствуют, что на первом месте среди причин смертности стоят заболевания сердечно-сосудистой системы. Ряд авторов (К.Я. Буланова, Л.М. Лобанок, Е.Ф. Конопля) подтверждают высокую вероятность развития нарушений ССС у пациентов, подвергнутого воздействию ионизирующей радиации в терапевтических целях. Результаты их исследования свидетельствуют, что частота сердечно-сосудистых заболеваний у ликвидаторов Чернобыльской катастрофы значительно выше, чем у остального населения [13; 14; 30].

В исследованиях, проведенных профессором Ю.И. Бандажевским, затрагивалась тема инкорпорированного в организм радиоцезия и эффектов, связанных с ним [14; 15]. Электрокардиографическое обследование детей разного возраста (от 14 дней до 14 лет) проживающих в загрязненных радионуклидами районах (Гомельская область – 1–5 Ки/км² по плотности загрязнения ¹³⁷Cs), показало высокую частоту нарушений сердечной деятельности (от 55,9% до 98,1%), формирование которых происходило, в основном, за счет нарушений проводимости сердечного импульса в виде неполных блокад правой ножки пучка Гисса, нарушений окислительно-восстановительных процессов миокарда и нарушений автоматизма синусового узла. Выраженность повреждения зависит от количества инкорпорированного в организм и указанные органы радиоцезия. Чем интенсивнее происходит этот процесс, тем большую степень повреждения можно констатировать [14; 15].

Радиотоксическому воздействию, как правило, подвергается несколько органов одновременно, вследствие чего возникает эффект метаболической дисфункции [14; 15]. Автор подчеркивает, что увеличивающееся количество радиоцезия вторгается в метаболические процессы, повреждает мембранные структуры клетки [14; 15].



Структурные изменения миокарда в условиях прогрессивного накопления цезия-137 свидетельствуют о его токсическом воздействии, при этом страдает энергетическая система и, в частности, митохондрии. В этих органеллах происходят глубокие (а по мере увеличения содержания радиоцезия – и необратимые) изменения, приводящие к некробиотическим процессам в клетке [14; 15]. Отражением энергетического неблагополучия является также подавление активности креатинфосфокиназы [14; 15].

Профессор К.Я. Буланова не отрицает возможную триггерную роль ионизирующих излучений в возникновении сердечно-сосудистых заболеваний. В своей монографии «Радиация и Чернобыль: кардиомиоциты и регуляция их функций» она отмечает, что старение (физиологическое или ускоренное действием факторов риска) является основой для повышения вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний [13].

По мнению Ю.И. Бандажевского, у детей значительные патологические изменения со стороны органов и систем регистрируются при инкорпорации радиоцезия свыше 50 Бк/кг, в то же время метаболический дискомфорт в отдельных системах, прежде всего в миокарде, отмечается при инкорпорации цезия-137 в 20 Бк/кг [14; 15].

Поражение сердечно-сосудистой системы в детском возрасте проявляется синдромом вегетативной дисфункции, функциональными кардиомиопатиями, изменениями ЭКГ в виде различных нарушений ритма. На основании результатов проводимых исследований аутопсии миокарда людей, умерших внезапной смертью, Ю.И. Бандажевский и другие отмечали высокий уровень цезия-137 в данном органе [14, 15].

Под руководством Юрия Ивановича были проведены исследования функционального состояния ССС детей в возрасте от 7 до 17 лет, постоянно проживающих в загрязненной сельской местности Гомельской области [16]. В результате мониторинга были получены данные о том, что дети из загрязненных районов имеют изменения функционального состояния ССС, которые выражаются наличием жалоб, систолического шума функционального характера на верхушке сердца, повышенного АД при физической нагрузке (10 приседаний за 20 секунд на полу), электрокардиографических изменений картины сердца. Отмечалось достоверное увеличение гипертонического типа сосудистой реакции на физическую нагрузку у детей первой (25,8%) и второй (50%) групп по сравнению с группой контроля (9,1%). В первую группу вошел 31 ребенок со средней удельной активностью цезия-137 в организме $38 \pm 2,4$ Бк/кг, во вторую группу – 30 детей с удельной активностью цезия-137 – $122 \pm 18,5$ Бк/кг. Контрольную группу составили 33 ребенка, в организме которых не содержался цезий-137. Группы достоверно не различались по возрасту детей и половому составу.

Нормальную ЭКГ имели 4 ребенка (12,9%) первой, 2 ребенка (6,6%) второй основных групп и 16 (48,5%) контрольной группы. Была выявлена зависимость ЭКГ нарушений от уровня средней удельной активности ^{137}Cs в организме детей. Данные изменения, в основном, представлены нарушением проводимости (неполная блокада правой ножки пучка Гиса) и сочетанными изменениями (нарушение метаболических процессов в миокарде и неполной блокадой правой ножки пучка Гиса) [16].

В ходе выполнения магистерской диссертационной работы Д.А. Залетенко под моим руководством были предприняты комплексные исследования динамики адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы учеников четвертых классов СШ № 2 г. Лунинца. Полученные экспериментальные данные составляют совокупность новых оригинальных фактов в области влияния радионуклидного загрязнения местности на регуляцию деятельности кардиореспираторной системы у младших школьников 9–10 лет на протяжении учебного года. Так, анализ адаптационного потенциала сер-



дечно-сосудистой системы, а также проб Штанге и Генчи показал, что происходит достоверное снижение резервных и адаптационных возможностей кардиореспираторной системы детей 9–10 лет преимущественно на втором этапе исследования (в период зимних заболеваний). Установлена связь между адаптационным потенциалом сердечно-сосудистой системы и уровнем удельной активности цезия-137 в контрольной и экспериментальной группе девочек 9–10 лет, отнесенных к основной группе здоровья на первом этапе исследования, при этом у мальчиков и в экспериментальных группах детей такая связь отсутствовала. В контрольной группе детей 9–10 лет установлена взаимосвязь между временем задержки дыхания на вдохе и выдохе, и уровнем удельной активности цезия-137. После выполнения контрольного физического упражнения на втором этапе работы наблюдалось снижение числа восстановившихся детей 9–10 лет в контрольной группе на 3,9% и увеличение на 2,2% в экспериментальной группе. На третьем этапе обследования количество восстановившихся младшеклассников 9–10 лет в контрольной группе практически достигло значений первого этапа, а в экспериментальной группе осталось неизменным по сравнению с вторым этапом исследования [31–35].

Заклучение

Таким образом, многочисленные данные отечественных и зарубежных физиологов, а также результаты наших исследований указывают, что основным индикатором адаптивных реакций организма человека и коррекции его адаптационных возможностей в условиях низкоинтенсивного радиоактивного облучения остается деятельность сердечно-сосудистой системы. Своевременное выявление отклонений адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы от физиологической нормы должно приводить к своевременным её коррекциям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Криволапчук, И.А. Кондиционные двигательные способности и неспецифическая деятельность детей младшего школьного возраста на различные виды нагрузок : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / И.А. Криволапчук ; Ин-т возраст. физиол. – М., 2005. – С. 10–13.
2. Мишкова, Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.03.02 / Т.А. Мишкова ; МГУ им. М.В. Ломоносова. – М., 2010. – 22 с.
3. Федоров, Б.М. Стресс и система кровообращения / Б.М. Федоров. – М. : Медицина, 1990. – 320 с.
4. Гаврилова, И.Н. Вегетативные проявления реакций срочной и долговременной адаптации студенток к условиям образовательной деятельности : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / И.Н. Гаврилова ; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2008. – С. 3–6.
5. Тупицын, И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников / И.О. Тупицын. – М. : Педагогика, 1985. – 88 с.
6. Уилмор, Д. Физиология спорта и двигательной активности / Д. Уилмор, Д. Костилл. – Киев : Олимп. лит., 1997. – 504 с.
7. Саваневский, Н.К. Регуляция ритма сердца у девушек, долго проживающих на радиационно-загрязненной местности, при выполнении статической нагрузки /



Н.К. Саваневский, Ю.Н. Легошко // Функциональные изменения в организме при мышечной деятельности : тез. докл. студенч. межфак. науч.-практ. конф., Брест, 28 мая 2010 г. / редкол.: М.В. Головач [и др.]. – Брест : БрГУ имени А.С. Пушкина, 2010. – С. 50–52.

8. Савченко, В.К. Экология чернобыльской катастрофы / В.К. Савченко. Минск : Беларус. навука, 1997. – 224 с.

9. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта : учеб. пособие для студентов вузов физ. культуры / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – 6-е изд. – М. : Академия, 2008. – С. 187–183.

10. 20 лет после чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление : материалы нац. докл., Минск, 19–21 апр. 2006 г. / Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Респ. Беларусь ; редкол.: В.Е. Шевчук (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – 112 с.

11. Четверть века после чернобыльской катастрофы : итоги и перспективы развития : материалы нац. докл., Минск, 26 апр. 2011 г. / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Ми-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь ; под общ. ред. В.В. Ржеуцкой. – Минск, 2011. – 90 с.

12. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М. : Медицина, 1988. – С. 5–17.

13. Буланова, К.Я. Радиация и Чернобыль : Кардиомициты и регуляция их функции / К.Я. Буланова, Л.М. Лобанок, Е.Ф. Конопля. – Гомель : РНИУП, 2008. – 132 с.

14. Бандажевский, Ю.И. Патологические процессы в организме при инкорпорации радионуклидов / Ю.И. Бандажевский. – Минск : Белрад, 2002. – 140 с.

15. Бандажевский, Ю. Беларусь до и после Чернобыля: радиоэкология, демографические и медицинские аспекты / Ю. Бандажевский // Чернобыль [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : <http://www.jeanmicheljacquem.in.com/index.php?link=20005h&PHPSESSI>. – Дата доступа : 10.10.2010.

16. Бандажевский, Ю.И. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях / Ю.И. Бандажевский [и др.] // Радиационный мониторинг жителей и их продуктов питания в Чернобыльской зоне Беларуси : информ. бюл. № 24 / В.Б. Нестеренко. – Минск, 2003. – С. 36–40.

17. Фомин, Н. Адаптация: общебиологические и психофизиологические основы / Н. Фомин // Научный российский портал [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : <http://www.teoriya.ru/books/index.php?p=5&oby=0&ot=0>. – Дата доступа : 03.09.2011.

18. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский [и др.] // Вестн. аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–77.

19. Об утверждении перечня населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2010 г., № 132 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : <http://www.ncpi.gov.by>. – Дата доступа : 05.09.2011.

20. Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС // Ми-во по чрезвычайным ситуациям РБ [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : <http://www.chernobyl.gov.by>. – Дата доступа : 05.09.2011.



21. Информационный портал // Последствие радиации на организм [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : <http://www.chernobyl.by/research/74–medicinskie–posledstvija.html>. – Дата доступа : 05.09.2011.
23. Коц, Я.М. Спортивная физиология : учеб. пособие / Я.М. Коц. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 100–110.
24. Фомин, Н.А. Физиологические основы двигательной активности / Н.А. Фомин, Ю.Н. Вавихов. – М. : Физкультура и спорт, 1991. – 224 с.
25. Макаров, Г.А. Спортивная медицина / Г.А. Макаров. – М. : Советский спорт, 2002. – С. 175–207.
26. Дубровский, В.И. Лечебная физкультура и врачебный контроль / В.И. Дубровский. – М. : Мед. информ. агентство, 2006. – С. 100–102.
27. Кмить, Г.В. Краткосрочная адаптация сократительной функции миокарда к физической нагрузке у детей 8 лет / Г.В. Кмить // Новые исследования. – 2002. – № 27. – С. 95–96.
28. Догадкина, С.Б. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей 8 лет / С.Б. Догадкина // Новые исследования. – 2002. – № 27. – С. 100–103.
29. Думбай, В.Н. Физиологические основы валеологии труда и спорта : учеб. пособие / В.Н. Думбай [и др.] ; под ред. Г.А. Кураева. – Ростов н/Д : Изд-во УНИИ валеологии РГУ, 2002. – С. 120–121.
30. Конопля, Е.Ф. Анализ кардиомиоцитов в разные сроки после острого облучения / Е.Ф. Конопля [и др.] // Медико-биологические последствия чернобыльской катастрофы : материалы междунар. науч. конф., Гомель, 15–16 окт. 2009 г. / Ин-т радиологии ; редкол.: Е.Ф. Конопля [и др.]. – Гомель, 2009. – С. 153–156.
31. Головач, М.В. Мониторинг уровня здоровья школьников г. Лунина и г. Бреста по показателю адаптационного потенциала сердечно–сосудистой системы / М.В. Головач, Д.А. Залетенко // Биомониторинг состояния природной среды Полесья : материалы междунар. науч.-практ. конф., Брест, 10–11 нояб. 2011 г. / гл. ред. А.Н. Тарасюк. – Брест : Альтернатива, 2011. – С. 157–160.
32. Залетенко, Д.А. Функциональные возможности дыхательной системы детей младшего школьного возраста средней школы № 2 г. Лунина / Д.А. Залетенко, Н.А. Залетенко // Природа, человек и экология : сб. материалов II Межуниверситет. Студенч. науч.-практ. конф.; Брест, 28 апр. 2011 г. / Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина ; под общ. ред. Л.Н. Усачевой. – Брест : БрГУ, 2011. – С. 44–45.
33. Головач, М.В. Определение адаптационного потенциала сердечно–сосудистой системы детей школьного возраста, проживающих на территории радионуклидного загрязнения / М.В. Головач, Д.А. Залетенко // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 31 марта 2011 г. / УО «ПолесГУ». – Пинск : ПолесГУ, 2011 – С. 215–216.
34. Залетенко, Д.А. Анализ динамики адаптационного потенциала сердечно–сосудистой системы младших школьников, проживающих на территории радионуклидного загрязнения / Д.А. Залетенко, Н.А. Залетенко // Морфофизиологическая адаптация организма человека в современных условиях окружающей среды : тез. докл. студенч. межфак. науч.-практ. конф., Брест, 25 марта 2011 г. [Электронный ресурс] / редкол.: М.В. Головач [и др.]. – Брест : БрГУ имени А.С. Пушкина, 2011. – С. 25–26. – Режим доступа : <http://www.brsu.by>. – Дата доступа : 05.09.2011.
35. Залетенко, Д.А. Определение адаптационного потенциала сердечно–сосудистой системы у детей школьного возраста : в 4 ч. / Д.А. Залетенко // Научный по-



тенциал молодежи – будущему Беларуси : тез. до кн. IV междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Пинск, 9 апр. 2010 г. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: К.К. Шебеко (пред.) [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2010. – Ч. 6. – С. 249.

M.V. Halavach. Adaptation The Possibility Of Cardiovascular System Students 9-10 Years Living In The Area Of Radionuclide Contamination

The analysis of the literature on the impact of radionuclide contamination on the adaptive capacity of the cardiorespiratory system in children 9-10 years old at the various stages of the academic year. Numerous data of domestic and foreign physiologists, as well as the results of our studies indicate that the main indicator of the adaptive responses of the human body and the correction of its adaptive capacity in low-intensity radiation exposure remains the cardiovascular system. Timely detection of deviations adaptive capacity of the cardiovascular system of physiological norms should lead to its timely correction.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 12.10.2013